

tage et déterminerait ainsi une courbure à concavité tournée en haut. Mais on ne sait pas trop pourquoi se redresse une tige artificiellement renversée, en position verticale, aucun des points de sa circonférence ne se trouvant inférieur par rapport à un autre point situé à l'extrémité d'un même diamètre transversal. J. Sachs a nommé *Géotropisme* (γη, terre, τρέπω, je tourne), ce que Müller appelle *force de tension*; il appelle *Géotropisme positif*, la tendance de la racine à s'incurver en bas et *Géotropisme négatif*, la tendance inverse de la tige; ce sont là des mots et non des explications. Il pense que les deux sortes de géotropisme sont dues à des différences de répartition du protoplasma, qui s'accumulerait, selon le cas, dans des points déterminés et amènerait la prolifération des tissus situés aux points favorisés. d'où l'inégal accroissement des parties opposées de l'axe géotropique. C'est encore la théorie d'Astruc présentée sous une autre forme. A l'exemple de Darwin, J. Sachs rapporte le géotropisme des racines à l'influence de l'humidité: il fit germer des graines sur un tamis en tulle disposé obliquement et dont la face inférieure, privée de lumière, était plongée dans un air sec, tandis que la terre contenue dans le tamis était maintenue humide. Quand les jeunes racines eurent traversé le tulle, elles se retournèrent vers la face inférieure du tamis et y restèrent appliquées. Si l'air qui baignait le dessous du tamis était humide, les racines, continuant leur direction première, se dirigeaient verticalement en bas. On a nommé *Hydrotr.pisme* (ὕδωρ, eau; τρέπω, je tourne) l'influence de l'humidité sur la racine.

Nous avons voulu savoir si, plongées dans l'eau, les racines resteraient soumises à la loi d'incurvation, qui leur est propre ou, si l'on veut, obéiraient au géotropisme positif. Des plantes, à racines venues de graines et librement développées dans l'eau, furent placées dans la douille d'un entonnoir, de telle manière que leur tige se trouvât en dehors de l'entonnoir et leur racine dans son intérieur. Puis, l'ouverture de la douille ayant été soigneusement fermée, avec un bouchon enduit de terre glaise et creusé d'un canal pour laisser passer la plante, l'entonnoir fut renversé et rempli d'eau. Dans cette situation, nos plantes avaient la tête en bas et les pieds en l'air, comme dans l'expérience de Duhamel avec les tiges renversées; leurs racines flottaient librement dans l'eau, et elles étaient soustraites à l'action de la pesanteur agissant sur l'un quelconque des points de leur pourtour. D'autre part, si ces racines venaient à se recourber, on ne pourrait attribuer cette courbure à l'influence de l'humidité. Dans ces conditions, tantôt la racine primaire se recourba, tantôt, mais plus rarement, elle resta verticale et s'accrut de bas en haut. Les racines secondaires se montrèrent plus indifférentes; mais, parfois, l'incurvation se produisit, quand l'axe primaire avait été détruit.

A quoi sont dues à ces différences? nous n'en savons rien.

La manière dont s'effectue la pénétration des racines dans le sol et la cause qui la produit ne sont pas connues non plus. Selon Hofmeister, l'extrémité de la racine est dans un état de plasticité, qui lui permet de pénétrer dans les pores du sol, comme le ferait un liquide visqueux. Elle y est poussée aussi, par la dilatation et l'extension des parties plus anciennes; comme elle est, d'ailleurs, intimement unie au sol, par les poils horizontaux dont elle est garnie, elle ne peut remonter et porte d'autant plus sa pointe en avant.

Hartig n'admet pas l'état pâteux, ni la passivité de l'extrémité radicaire. Ce que nous savons de la constitution de cette extrémité justifie cette manière de voir. Il semble donc que la racine s'enfonce, par suite de la multiplication des cellules voisines de la pilorhize et de la pression incessante, que sa pointe exerce sur le sol, en raison de cet accroissement.

ORGANES APPENDICULAIRES

FEUILLE

Les feuilles sont des organes appendiculaires de végétation, qui naissent des nœuds vitaux de la tige ou de ses divisions, par conséquent en des points définis de la plante, et qui portent le plus souvent un ou plusieurs bourgeons à leur aisselle.

FORME DES FEUILLES

Une feuille complète (fig. 97) se compose de trois parties: une inférieure (*vg*), par laquelle elle s'attache à la tige, qu'elle entoure plus ou moins (*Gaine*); une supérieure (*l*) ou terminale, ordinairement étalée en une lame mince, de forme et de dimensions variables (*Limbe*); une intermédiaire à la gaine et au limbe (*pt*) en général grêle, arrondie en dessous, plane ou canaliculée en dessus (*Pétiole*).

Gaine. — Les feuilles pourvues d'une gaine sont dites *engainantes*. Quand les deux bords de la gaine sont soudés de manière à former un tube complet, on la dit *entière* (Cypéracées); plus souvent les deux bords sont libres et la gaine est dite *fendue* (Graminées). La gaine peut manquer, ou bien elle peut exister sans pétiole et alors, selon que la gaine est plus ou moins développée, la feuille est dite: *embrassante* ou *amplexicaule*, si elle embrasse tout le pourtour de la tige; *semi-amplexicaule*, si elle n'en embrasse qu'une partie. Ces deux appellations s'appliquent

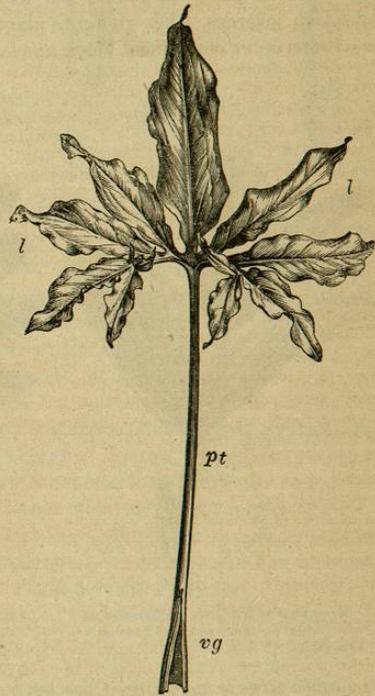


FIG. 97. — Feuille entière, pédinerve et pédalce de l'*Arum Dracunculus*. — *vg*, gaine; *pt*, pétiole; *l*, limbe.

aussi aux feuilles réduites seulement au limbe, quand leur base entoure la tige.

La gaine est parfois surmontée ou remplacée par des divisions foliacées, regardées à tort comme des organes de nature particulière, et qu'on a appelées des *Stipules*.

Stipules. — Les stipules ne sont donc que des modifications de la gaine. Celle-ci reste tantôt entière dans toute son étendue, sauf au sommet, de chaque côté duquel elle se développe sous forme d'expansions libres (Rosier); tantôt elle se divise dans toute sa longueur et constitue des sortes de petites feuilles situées à la base du pétiole (fig. 98, *st*). Dans beaucoup de cas, les stipules sont ou semblent tout à fait distinctes du pétiole, sur les côtés, mais en dehors duquel elles sont insérées. Chez quelques plantes, elles se soudent par leur bord interne et constituent alors une foliole unique (fig. 99), qu'on



FIG. 98. — Feuille composée paripennée du *Faba vulgaris*, montrant ses deux stipules (*st*).



FIG. 99. — Feuille imparipennée du *Melianthus major*. — *t*, tige coupée pour montrer la stipule axillaire (*st*).

à nommée *stipule axillaire*. Chez les Polygonées, elles s'unissent à la fois par leurs bords, interne et externe, de telle sorte qu'elles forment à la tige une gaine tubuleuse, qu'on a appelée *Ocréa* (fig. 100). On considère assez généralement, comme une stipule, la membrane délicate (*Ligule*) que l'on voit, chez les Graminées, au point où le limbe foliaire se sépare de sa gaine.

Les stipules manquent souvent ou sont relativement petites; d'autres fois, elles se développent beaucoup et peuvent remplacer les feuilles (*Lathyrus Aphaca*). Enfin, elles servent parfois d'enveloppe protectrice pour les jeunes

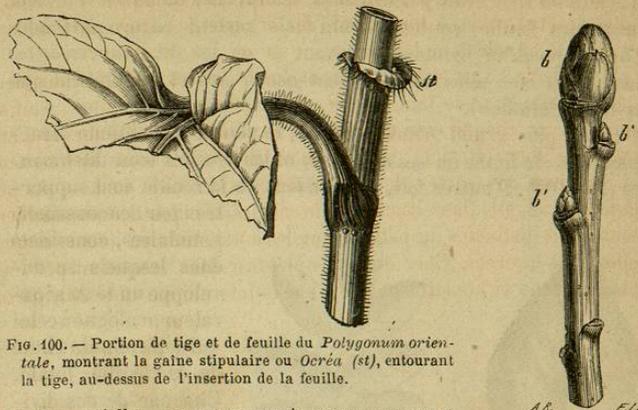


FIG. 100. — Portion de tige et de feuille du *Polygonum orientale*, montrant la gaine stipulaire ou *Ocréa* (*st*), entourant la tige, au-dessus de l'insertion de la feuille.

feuilles, qu'elles peuvent recouvrir comme un cornet (plusieurs *Ficus*). Leur présence ou leur absence sont employées, pour caractériser certains groupes naturels ou familles de plantes.

Le *Pétiole* est le support de la feuille. Il se compose de plusieurs faisceaux fibro-vasculaires rapprochés, parallèles, circonscrivant une espèce de moelle à peine distincte, autour de laquelle ils forment une sorte de cylindre ouvert à la face supérieure du pétiole et environné par un mince parenchyme, que recouvre l'épiderme. Ces faisceaux proviennent de la tige; ils se séparent et s'écartent les uns des autres, au sommet du pétiole, pour constituer le squelette de la feuille. Ils se montrent, sur le limbe, comme des lignes plus ou moins larges, droites ou courbes, distinctes ou anastomosées, simples ou ramifiées, plus pâles d'habitude que les tissus ambiants. Ces lignes, que l'on a nommées *Côtes* ou *Nervures*, sont généralement déprimées à la face supérieure du limbe et saillantes, au contraire, à sa face inférieure.

Quand le pétiole manque, la feuille est dite *sessile*; on la dit *pétiolée*, quand il existe.

L'insertion du pétiole s'effectue d'ordinaire sur un renflement de la tige, renflement qu'on a appelé *Coussinet* (fig. 101).

La base du pétiole est souvent séparée du coussinet par un tissu particulier, qui naît de bonne heure, mais ne prend son entier développement que vers la fin de la période de végétation; ce tissu s'interpose complètement entre le pétiole et son support et amène la chute

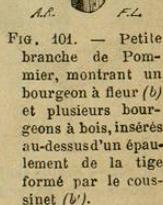


FIG. 101. — Petite branche de Pommeier, montrant un bourgeon à fleur (*b*) et plusieurs bourgeons à bois, insérés au-dessus d'un épaulement de la tige formé par le coussinet (*b'*).

de la feuille, qui est alors dite *caduque*. Chez un certain nombre de plantes, la production du tissu intercalaire s'effectue tardivement et les feuilles sont dites *persistantes*. Enfin, chez quelques végétaux ligneux, les feuilles se dessèchent, mais restent encore attachées à l'arbre jusqu'au printemps suivant et on les dit *marcescentes* (Chêne); ou bien elles se détruisent peu à peu et ne tombent que très-tard (Palmiers).

Dans le plus grand nombre de cas, le pétiole se continue directement avec le limbe ou ses divisions, et les feuilles sont dites *simples* (fig. 102). D'autres fois, les divisions de la feuille sont suppor-



FIG. 102. — Feuille simple du *Broussonetia papyrifera*.



FIG. 103. — Feuille composée, imparipennée du *Robinia Pseudacacia*, montrant ses deux stipules épineuses.

tées par des coussinets pétioles, coussinets dans lesquels se développe un tissu séparateur analogue à celui qui détermine la chute de la feuille totale. Chacune de ces divisions se comporte donc comme une feuille caduque; leur ensemble constitue une *feuille composée* (fig. 103) et le pétiole prend le nom de *Pétiole commun* ou de *Rachis*.

L'insertion des fo-

lioles des feuilles composées se fait tantôt sur les côtés du rachis, tantôt à son sommet (v. fig. 107, p. 90).

Le pétiole est généralement cylindrique ou pourvu d'une gouttière à sa face supérieure. Dans quelques végétaux, il présente, de chaque côté, une sorte d'aile formée par une décurrence du limbe; on le dit alors *ailé*.

Lorsque les faisceaux du pétiole s'écartent et que celui-ci s'étale en une lame d'apparence foliacée, le pétiole ainsi modifié prend le nom de *Phyllode*.

La tendance du pétiole à se transformer en une feuille a reçu le nom de *Phyllodination* (fig. 105).

La nature phyllodique de ces sortes d'expansions est, d'ordinaire, facile à déterminer: 1° la lame foliacée a une direction verticale et non horizontale, comme dans les vraies feuilles; 2° ses faces sont donc latérales et non l'une supérieure, l'autre inférieure.

La phyllodination du pétiole a généralement pour conséquence la disparition

plus ou moins complète du limbe: c'est ce que l'on voit chez l'*Acacia heterophylla* (fig. 104) et les autres *Acacias* de l'Australie. On l'observe chez quelques plantes aquatiques de nos contrées, la *Sagittaire*, par exemple, dont les feuilles submergées sont transformées en un long ruban.

Le plus souvent, le pétiole s'insère à la base du limbe; dans quelques cas, cependant, son insertion s'effectue sur un point plus ou moins rapproché du milieu de la face inférieure: la feuille est alors dite *pellée* (Capucine, fig. 104).

Limbe. — Le limbe est la partie plane et membraneuse de la feuille. Il est généralement mince; dans les feuilles des *plantes grasses*, il s'épaissit plus ou moins et peut même devenir presque cylindrique. Il présente à considérer: *une base, un sommet, un bord, deux faces, deux côtés*. Sa forme est très-variable. Enfin, il offre presque toujours, à sa face inférieure, des *Nervures* saillantes, dont une (*nervure médiane*), d'ordinaire plus développée, di-

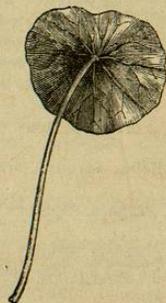


FIG. 104. — Feuille peltée de la Capucine (*Tropaeolum majus*).

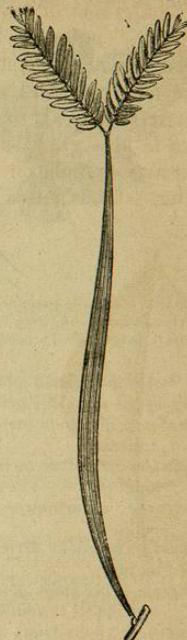


FIG. 105. — Feuille d'*Acacia heterophylla*, dont toute la portion inférieure est devenue phyllodique et qui ne porte que 2 pétioles secondaires.

visé le limbe en deux parties à peu près égales et donne naissance aux autres nervures (*nervures secondaires*). Le plus souvent, celles-ci naissent à diverses hauteurs, se dirigent toutes vers les bords du limbe et sont disposées comme les barbes d'une plume, par rapport à la nervure médiane; les feuilles pourvues d'une nervation de ce genre sont dites *penninerviées* ou *pennatinerviées* (fig. 102). Quand les nervures secondaires sont presque aussi développées que la nervure médiane et naissent du sommet du pétiole, en divergeant comme les doigts d'une main, la feuille est dite *palminerviée* ou *palmatinerviée* (fig. 106).

Les nervures des feuilles peltées sont aussi à peu près égales et partent du milieu du limbe (fig. 104).

Les nervures secondaires, issues du sommet du pétiole, sont tantôt droites (*feuilles reclineriviées*), tantôt courbes (*feuilles curvinerviées*).

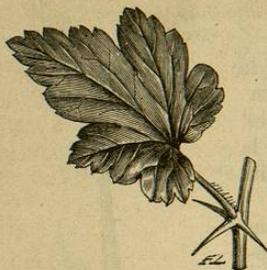


FIG. 106. — Feuille palmatinerviée du *Ribes Grossularia*, avec l'aiguillon à trois pointes qui l'accompagne.

Dans l'un et l'autre cas, elles sont rarement libres; le plus souvent elles sont unies par des anastomoses.

Les feuilles peuvent être *entières*, c'est-à-dire, pourvues d'un bord non découpé; plus souvent leur bord offre des divisions plus ou moins profondes. On les dit alors :

Dentées : à divisions courtes, aiguës, perpendiculaires aux bords de la feuille.

Serrées : à dents aiguës, inclinées vers le sommet de la feuille.

Crénelées : à dents arrondies sur les bords.

Rongées : à divisions irrégulières, comme si elles avaient été produites par une érosion.

Sinuées : à divisions arrondies, séparées par des sinus arrondis aussi.

Incisées : à divisions étroites, aiguës, inégales, séparées par des fentes irrégulières.

Laciniées : feuilles incisées, à divisions plus étroites, plus grêles et plus longues.

Pectinées : à laciniures parallèles, étroites, serrées comme les dents d'un peigne.

Lobées : à divisions arrondies, grandes, séparées par des sinus généralement aigus.

Lyrées : à divisions dont la grandeur décroît du sommet à la base, avec le sommet de la feuille formé par un lobe plus grand et souvent arrondi.

Roncées : à divisions assez grandes, aiguës, dirigées vers la base du limbe.

Selon la profondeur des fentes transversales, qui divisent le limbe, on le dit : *fide*, si la fente atteint, mais ne dépasse pas le milieu du limbe; *partite*, si elle en dépasse le milieu; *séqué*, si la fente atteint la nervure médiane. Les feuilles pinnatinerviées et palmatinerviées offrent seules des divisions de ces trois catégories et sont alors dites, selon le cas, *pinnatifides*, *pinnatipartites*... *palmatiséquées*, etc. On dit aussi, selon le nombre ou la forme des divisions, qu'une feuille est *pinnatilobée*, *palmatilobée*, ou bien *bi-tri...multiplice*, *bi-tri...multipartite*, *bi-tri...multiséquée*, *bi-tri...multilobée*.

Selon la forme de leur contour, les feuilles sont dites :

Orbiculaires : limbe en forme de cercle.

Arrondies : limbe à peu près circulaire.

Ovales : limbe en forme d'œuf, avec le petit bout en haut.

Obovales : limbe en forme d'œuf, avec le petit bout en bas.

Elliptiques : renflées au milieu, avec les extrémités égales, aiguës.

Oblongues : 3-4 f. plus longues que larges, avec l'extrémité arrondie.

Cordiformes : échancrées à la base, avec le bord arrondi, et terminées en pointe à l'extrémité supérieure.

Lancéolées : étroites et terminées en pointe à leurs deux extrémités.

Spatulées : étroites à la base, avec le sommet arrondi et large.

Linéaires : très-étroites et égales dans toute leur étendue.

Capillaires : assez fines pour être comparables à un cheveu.

Sabulées : en forme d'alène, fermes, très-fines, aiguës.

Leur sommet peut être :

Aigu : rétréci insensiblement en pointe.

Acuminé : brusquement rétréci en une languette étroite et molle.

Mucroné : terminé par une pointe molle. *arrijonada*

Cuspidé : pourvu d'une pointe roide et dure.

Obtus : arrondi et émoussé.

Tronqué : coupé à peu près carrément.

Rétus : remplacé par un sinus ouvert.

Emarginé : entaillé d'une échancrure ou d'un angle rentrant. *remellada*

La base peut être :

Cunéiforme, *tronquée*, *arrondie*, *réniforme* : formée par deux lobes arrondis, séparés par un grand sinus, plus large que long.

Sagittée : prolongée en deux lobes aigus, parallèles.

Hastée : prolongée en deux lobes aigus, divergents.

Considérées quant à leur direction, par rapport à l'axe qui les porte, les feuilles sont :

Dressées, si elles se redressent et se rapprochent de la tige; *appliquées* ou *apprimées*, si elles s'appliquent sur elle; *étalées* ou *très-étalées*, si elles font avec la tige un angle de 45° ou de 90°; *réfléchies*, si leur sommet se courbe en bas; *infléchies* ou *incurvées*, si leur sommet se courbe en dedans; *unilatérales*, si elles se rejettent d'un même côté.

Quand à l'état de leur surface, on les dit :

Planes; *crépues*; *bullées* : relevées de saillies creuses en dessous; *rugueuses* : à parenchyme saillant; *ondulées* : à bord alternativement relevé et abaissé; *lisses*; *scabres* : rudes au toucher; *verruqueuses*; *glabres* : sans poils; *pubescentes*, garnies de poils courts et mous; *veloutées*; *velues*; *poilues* : poils longs et épars; *tomentueuses*; *cotonneuses* : à poils blancs, longs, mous, couchés; *tainieuses* : à poils longs, un peu roides, souvent roussâtres; *hérissées*; *hispides* : à poils roides et droits; *ciliées* : garnies sur les bords d'une rangée de poils roides.

Selon la situation, on les dit :

Radicales, quand elles semblent naître de la racine; *caulinaires*, *raméales*, quand elles sont insérées sur la tige ou sur les rameaux; *florales*, si elles portent une fleur à leur aisselle.

Enfin, elles sont dites :

Perfoliées, quand les bords internes de la base de la feuille se sont soudés autour de la tige, de manière que celle-ci semble en traverser le limbe; *connées* (fig. 109), quand deux feuilles opposées se sont soudées par leur base; *décourrantes*, quand la base de la feuille se prolonge sur la tige, en une aile plus ou moins prononcée; *herbacées*, si elles sont minces et molles; *scarieuses*,

si elles sont minces, sèches, demi-transparentes; *coriaces*, si elles sont dures, fermes, résistantes; *charnues*, quand leur parenchyme est épais et succulent.

Les feuilles composées offrent les mêmes caractères que les feuilles simples, mais leurs formes sont moins variées. On les divise en deux groupes, selon que les folioles sont disposées sur les deux côtés du pétiole commun (*Feuilles pennées*, fig. 103, 108) ou situées à l'extrémité de ce pétiole (*Feuilles digitées*, fig. 107).

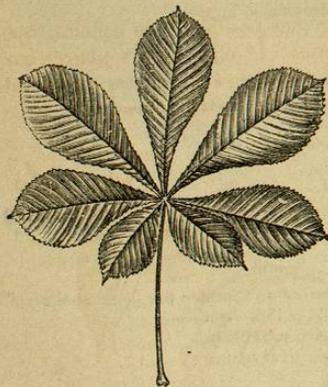


FIG. 107. — Feuille digitée du Marronnier d'Inde.

Les feuilles composées pennées sont tantôt terminées par une foliole et dites *imparipennées*; (fig. 99, 103); tantôt dépourvues de foliole terminale et on les dit *paripennées* (fig. 98, 108).

Les folioles des feuilles composées sont parfois insérées sur des divisions du rachis (*Pétioles, Pétioles secondaires*) et la feuille totale est dite *bipennée* ou *décomposées* (fig. 108). Parfois aussi, les folioles sont insérées sur des divisions des pétioles secondaires (*Pétioles tertiaires*) et les feuilles sont dites *tripennées* ou *surdécomposées*.

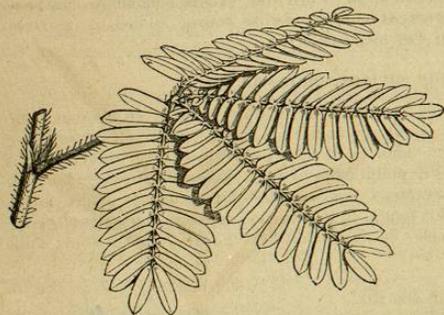


FIG. 108. — Feuille bipennée de la Sensitive.

Enfin, les folioles peuvent être, sur le rachis, soit opposées (*feuilles oppositipennées*, fig. 108), soit alternes (*feuilles alternipennées*).

Les feuilles digitées offrent les mêmes degrés de composition et sont dites aussi, selon le cas, *décomposées* ou *surdécomposées*.

Quand les feuilles composées ne possèdent que trois folioles, on les dit *trifoliées* ou *trifoliolées*.

Nous avons dit que les feuilles composées sont caractérisées, par l'*articulation* des folioles, sur le pétiole commun.

Ce caractère permet de ranger dans cette catégorie, les feuilles en apparence simples, dont le limbe est *articulé* à l'extrémité du pétiole (Oranger).

DISPOSITION DES FEUILLES

Les feuilles occupent sur la tige des positions bien définies, que l'on peut ranger en deux catégories: 1^o elles sont solitaires sur chaque nœud¹, et situées ainsi à des hauteurs différentes; on les dit *alternes* (fig. 109); 2^o elles sont insérées plusieurs ensemble sur le

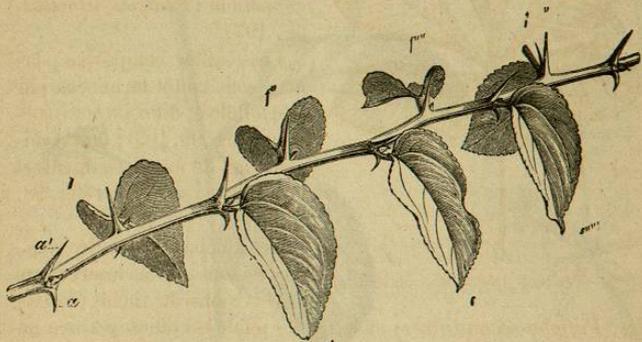


FIG. 109. — Fragment d'un rameau de *Paliurus aculeatus*, montrant ses feuilles distiques et les piquants stipulaires de leur base.

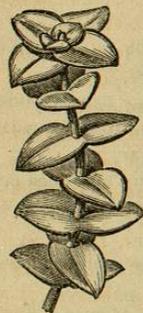


FIG. 110. — Extrémité de la tige d'un *Crassula* à feuilles décussées et connées.

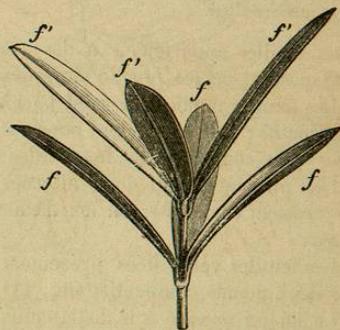


FIG. 111. — Fragment d'une tige de *Nerium Oleander*, à feuilles verticillées par trois.

même nœud; on les dit alors: *opposées* (fig. 110), si elles sont au

¹ On appelle *Nœud*, le point où s'insère une feuille, et *Entre-nœud* ou *Mérithalle*, l'espace compris entre deux nœuds consécutifs.

nombre de deux et situées aux extrémités d'un même diamètre transversal; *ternées* (fig. 111), si elles sont au nombre de trois; *verticillées* (fig. 112), si un même nœud en porte plus de trois. Parfois,

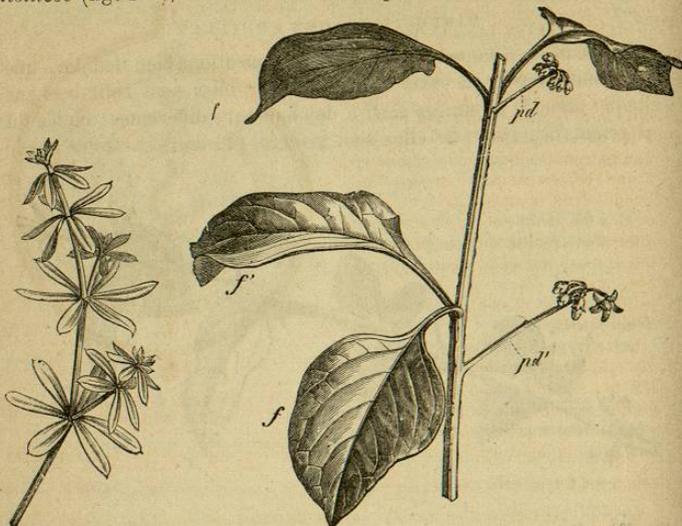


Fig. 112. — Extrémité d'une tige de *Galium Mollugo*, à feuilles verticillées.

Fig. 113. — Fragment de tige d'un *Solanum guineense*, feuilles gémminées.

deux feuilles appartenant à des axes différents sont ou semblent juxtaposées; on les appelle alors *gémminées* (fig. 113).

Les feuilles opposées ne sont jamais superposées sur deux nœuds consécutifs; celles du nœud supérieur se superposent toujours aux intervalles compris entre les feuilles du nœud inférieur.

Les premières sont donc alternes par rapport aux secondes ou les croisent (fig. 110); on les dit alors *décussées* ou *opposées en croix*.

Les feuilles verticillées présentent le même mode d'alternance, sur deux nœuds consécutifs (fig. 111, 112).

La loi qui préside à la distribution des feuilles sur la tige a reçu le nom de *Phyllotaxie*.

Phyllotaxie

Feuilles alternes. — Les feuilles alternes sont disposées sur la tige, de telle sorte, qu'en faisant passer une ligne par leur point d'insertion, cette ligne décrit une spire.

D'une manière générale, les feuilles alternes sont dites *éparses*, quand la spire qui régle leur insertion, n'est pas évidente et doit être cherchée.

Dans le cas le plus simple, les feuilles sont insérées sur deux lignes opposées, comme si elles étaient attachées aux bords d'un plan longitudinal, passant par le centre de la tige (fig. 115). Ces feuilles se superposent donc de deux en deux nœuds. Si on les suppose rabattues sur un plan circulaire horizontal (fig. 114) on voit : 1° qu'elles se placent successivement aux extrémités d'un même diamètre; 2° que l'espace compris entre les feuilles de deux nœuds consécutifs est égal à un *demi-cercle*; 3° que, pour aller d'une feuille quelconque à celle qui lui est immédiatement superposée, il faut décrire un *tour* de circonférence et passer par la base de deux feuilles.

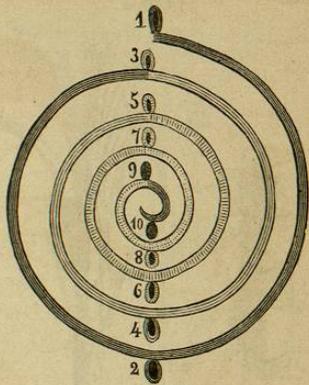


Fig. 114. — Schéma de la disposition des feuilles distiques.

Cette disposition a reçu le nom de *distique*. On l'exprime par le rapport $1/2$, qui signifie que, pour aller d'une feuille à celle qui la précède ou la suit, il faut décrire un $1/2$ cercle, ou bien que la spire comprise entre deux feuilles superposées fait 1 tour et comprend 2 feuilles = $\frac{1 \text{ tour de spire}}{2 \text{ feuilles}}$.

L'Orme, les Graminées ont des feuilles distiques.

Orme

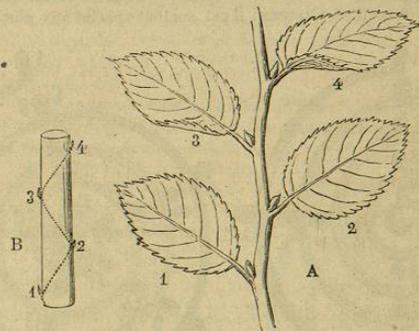


Fig. 115. — A. Fragment d'un rameau d'Orme, avec 4 feuilles distiques, formant deux cycles: 1-2; 3-4. — B. — Le même rameau grossi et raccourci, montrant la direction de la spire, qui passe par les points d'insertion des feuilles, 1-2; 3-4.

Quand les feuilles sont disposées sur trois rangées longitudinales, on les dit *tristiques* (fig. 116). Si on les suppose rabattues sur un plan circulaire horizontal, on voit qu'elles occupent les extrémités de trois rayons séparés par des arcs, dont chacun équivaut à $1/3$ de circonférence (fig. 117); si, d'autre part, on s'élève d'une feuille quelconque à celle qui lui est immédiatement superposée,

on observe que la spire ainsi décrite fait *une fois* le tour de la tige et passe par la base de *trois feuilles*, disposition que l'on exprime par le rapport $\frac{1}{3}$, qui signifie : $\frac{1 \text{ tour de spire}}{3 \text{ feuilles}}$.

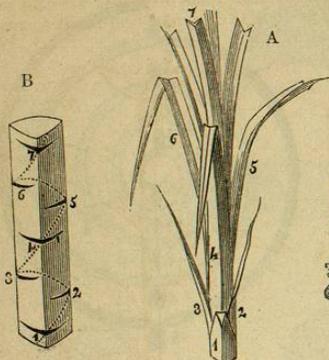


Fig. 116. — A. Fragment d'une tige de *Carex*, à feuilles tristiques, formant deux cycles : 1-2-3, 4-5-6. — B. — Le même fragment grossi, pour montrer les points d'insertion des feuilles et la marche de la spire foliaire.

Les *Carex* ont les feuilles tristiques.

Il peut arriver que les feuilles soient disposées en quatre séries. Ce cas est rare, chez les plantes à feuilles alternes ; il est surtout spécial aux plantes à feuilles

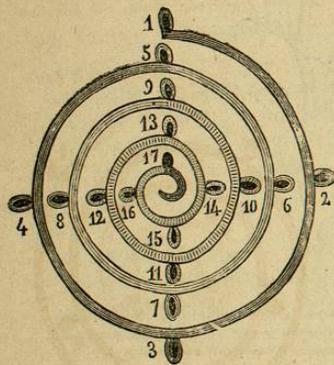


Fig. 118. — Schéma de la disposition des feuilles en 4 rangées.

Strachées

décussées, comme nous le montrerons plus loin. On voit alors que la spire décrit un tour (fig. 118), comprend quatre feuilles et que si l'on suppose cette

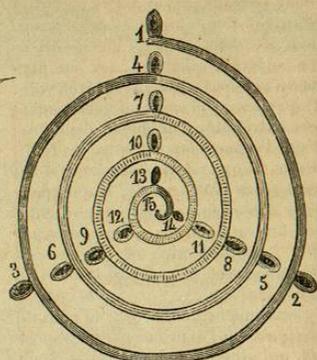


Fig. 117. — Schéma de la disposition de feuilles tristiques.

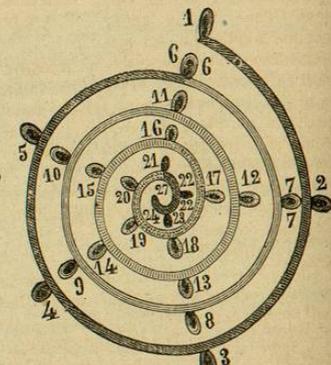


Fig. 119. — Schéma de la disposition des feuilles en 5 rangées (chaque tour de spire comprend 5 feuilles).

spire rabattue sur un plan, l'espace compris entre deux feuilles voisines est égal à $\frac{1}{4}$ de circonférence. Cette disposition est exprimée par le rapport $\frac{1}{4}$, qui signifie aussi : $\frac{1 \text{ tour de spire}}{4 \text{ feuilles}}$.

On observe de même, parfois, que, les feuilles étant disposées sur cinq rangées le long de la tige, la spire décrit un tour et comprend cinq feuilles, avant d'atteindre la sixième, qui est superposée à la première. Si l'on suppose cette spire rabattue sur un plan (fig. 119), on voit que l'espace compris entre deux feuilles voisines est égal à $\frac{1}{5}$ de circonférence. Cette disposition est exprimée par le rapport $\frac{1}{5}$, qui signifie aussi : $\frac{1 \text{ tour de spire}}{5 \text{ feuilles}}$.

Les deux dispositions précédentes sont, comme nous l'avons dit, fort rares ou spéciales à certaines plantes ou parties de plantes (fleurs).

Chez beaucoup de Dicotylédones, les feuilles sont insérées, comme dans le cas précédent, sur cinq rangées, le long de la tige (fig. 120). Mais, dans cette disposition, qu'on a nommée *Quinconciale*, si l'on s'élève d'une feuille quelconque à celle qui lui est

immédiatement superposée, on remarque que la spirale ainsi décrite fait *deux fois* le tour de la tige et passe par la base de *cinq feuilles*.

Si l'on suppose la spire foliaire rabattue sur un plan, on voit que l'espace compris entre deux feuilles voisines est égal à $\frac{2}{5}$ de circonférence (fig. 121).

La disposition quinconciale est donc exprimée par le rapport $\frac{2}{5}$, qui signifie :

$$\frac{2 \text{ tours de spire}}{5 \text{ feuilles}}$$

Un cas assez fréquent, quoique moins commun, est celui dans lequel les feuilles sont disposées selon huit rangées. On observe alors que la spire foliaire décrit trois tours et passe par la base de huit feuilles, avant d'atteindre la neuvième, qui se superpose à la première. En supposant cette spire rabattue sur un plan, on voit que l'espace compris entre deux feuilles voisines est égal à $\frac{3}{8}$ de circon-

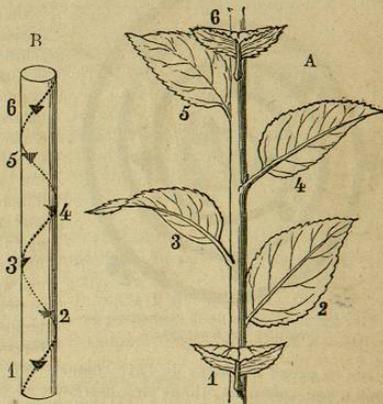


Fig. 120. — A. Fragment d'une tige de Cerisier, à disposition foliaire quinconciale, portant 6 feuilles, dont les 5 premières (1, 2, 3, 4, 5) appartiennent à un seul cycle et dont la sixième, première feuille du cycle suivant, se superpose à la feuille n° 1 du cycle inférieur. — B. Le même fragment grossi, pour montrer la direction de la spire foliaire.

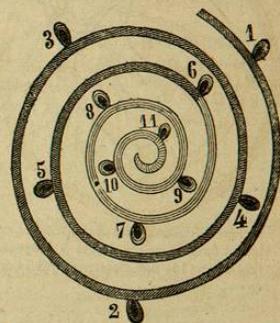


Fig. 121. — Schéma de la disposition foliaire, dite quinconciale.

quinconciale

ference (fig. 122). Cette disposition est exprimée par le rapport $\frac{3}{8}$, qui signifie aussi : $\frac{3 \text{ tours de spire}}{8 \text{ feuilles.}}$

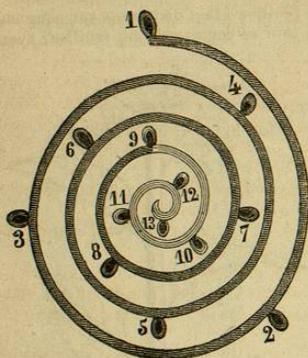


Fig. 122. — Schéma de la disposition des feuilles sur 8 rangées.

Si l'on prend la valeur de l'arc compris entre les feuilles 13 et 1, on trouve qu'il a une valeur de $\frac{5}{13}$ de circonférence. Si donc la spirale foliaire avait été continuée, la feuille 14 serait venue se superposer à la feuille 1. La spirale qui passe par les feuilles 1 à 13 et se termine à la feuille 13, est un *Cycle*; l'espace angulaire compris entre les feuilles 1-2, 2-3, 3-4, etc., est l'*Angle de divergence* des feuilles de ce cycle.

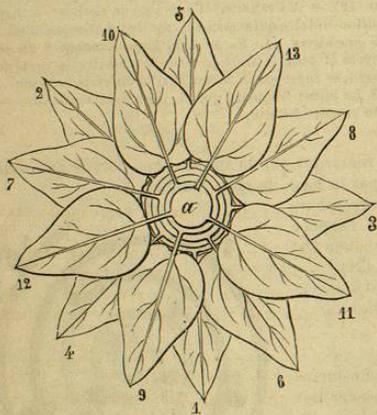


Fig. 123. — Schéma d'un cycle foliaire, comprenant 13 feuilles, et dont la spire décrit 5 tours, avant d'atteindre la feuille (n° 14) non dessinée, qui commence un nouveau cycle.

un cercle, l'espace angulaire du 3^e correspond à $\frac{2}{5}$ de circonférence, et doit être inscrit dans une spirale ouverte, comprenant deux tours inclus l'un dans l'autre.

CYCLE ET ANGLE DE DIVERGENCE. — La portion de la spirale comprise entre deux feuilles superposées a reçu le nom de *Cycle*.

On appelle *Angle de divergence*, l'espace angulaire compris entre les feuilles de deux nœuds consécutifs, si l'on suppose ces feuilles rabattues sur un même plan horizontal. Dans la figure théorique 123, exécutée d'après cette idée, aucune des 13 feuilles qu'elles présente ne se superpose à une autre. En suivant leur mode d'insertion, on reconnaît qu'elles se placent toutes sur les côtés d'une spirale, qui décrit 5 tours. Cette figure montre aussi que chacune de ces feuilles est séparée de celle qui la précède ou de celle qui la suit, par un arc de spire égal à $\frac{5}{13}$ de circonférence.

Si l'on prend la valeur de l'arc compris entre les feuilles 13 et 1, on trouve qu'il a une valeur de $\frac{5}{13}$ de circonférence. Si donc la spirale foliaire avait été continuée, la feuille 14 serait venue se superposer à la feuille 1. La spirale qui passe par les feuilles 1 à 13 et se termine à la feuille 13, est un *Cycle*; l'espace angulaire compris entre les feuilles 1-2, 2-3, 3-4, etc., est l'*Angle de divergence* des feuilles de ce cycle.

Si les rapports $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{5}$, etc., expriment la valeur de la spire décrite par les feuilles distiques, tristiques, quinquenales, etc., ces mêmes rapports expriment également la valeur des angles de divergence des feuilles de ces cycles. Il convient, toutefois, de faire cette remarque, que, si l'espace angulaire des deux premiers, correspondant à $\frac{1}{2}$ ou $\frac{1}{3}$ de circonférence, peut être inscrit dans une spirale fermée ou

RAPPORTS PHYLLOTAXIQUES. — Les rapports que nous venons d'étudier sont appelés *Rapports phyllotaxiques*.

Si l'on dispose en série les plus communs de ces rapports, savoir :

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{2}{5}, \frac{3}{8},$$

l'examen de leur succession et de la valeur relative de leurs termes montre : 1^o que les termes du 3^e sont formés par la somme des termes correspondants du 1^{er} et du 2^e rapports; 2^o que ceux du 4^e sont formés par la somme des termes correspondants des 2^e et 3^e rapports; d'où une première loi :

1^o Les termes de l'un quelconque des rapports, à partir du 3^e, sont formés par la somme des termes des deux rapports qui le précèdent immédiatement.

En comparant entre eux les termes de ces rapports, on voit que le dénominateur du premier devient le numérateur du 3^e et que le dénominateur du 2^e devient le numérateur du 4^e; d'où une deuxième loi :

2. Le numérateur de l'un quelconque des rapports est formé par le dénominateur de l'antépénultième des rapports qui le précèdent.

Dans la généralité des cas, ces deux lois sont justifiées par l'observation. En les appliquant à la formation d'une série de rapports :

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{2}{5}, \frac{3}{8}, \frac{5}{13}, \frac{8}{21}, \text{etc.},$$

on trouve que les cycles foliaires ainsi définis sont les plus fréquents, dans la nature. L'examen des types phyllotaxiques étudiés ci-dessus, savoir :

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{2}{5}, \frac{3}{8},$$

montre, comme nous l'avons dit, que le rapport $\frac{2}{5}$ est formé par la somme des termes des rapports $\frac{1}{2}$ et $\frac{1}{3}$. Si l'on emploie la même règle à la production d'une série nouvelle, en supprimant le rapport $\frac{1}{2}$ et additionnant les termes des rapports $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, on obtient :

$$\frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{2}{7}, \frac{3}{11}, \frac{5}{18}, \frac{8}{29}, \text{etc.}$$

Si l'on supprime à son tour le rapport $\frac{1}{3}$ et qu'on additionne entre eux les rapports $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, on obtient de la même manière la série :

$$\frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{2}{9}, \frac{3}{14}, \frac{5}{23}, \frac{8}{37}, \text{etc.}$$

Ces deux nouvelles séries de rapports sont beaucoup plus rares que la première, dans la nature.

Si l'on compare entre elles, les trois séries ainsi obtenues :

$$1^{\circ} - \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{2}{5}, \frac{3}{8}, \frac{5}{13}, \frac{8}{21},$$

$$2^{\circ} - \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{2}{7}, \frac{3}{11}, \frac{5}{18}, \frac{8}{29},$$

$$3^{\circ} - \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{2}{9}, \frac{3}{14}, \frac{5}{23}, \frac{8}{37},$$

on constate les faits suivants :

1^o Les trois séries se forment de la même manière,

2^o Les numérateurs sont les mêmes dans les rapports correspondants de chaque série;

3^o Sauf dans un cas, pour chacune des séries 2 et 3, le dénominateur de l'un quelconque des rapports n'est pas le numérateur d'un autre rapport;

4^o Même dans les deux cas précités le numérateur visé n'est pas le dénominateur de l'antépénultième rapport : les deux termes identiques sont séparés par l'intercalation de deux rapports;

5^o Le premier rapport de la 2^e série est le second rapport de la 1^{re}; le premier rapport de la 3^e est le second rapport de la deuxième.

Si l'on réunit en une série unique les rapports des trois séries disposés en ordre décroissant, on a :

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{2}{5}, \frac{2}{7}, \frac{2}{9}, \frac{3}{8}, \frac{3}{11}, \frac{3}{14}, \frac{5}{13}, \frac{5}{18}, \frac{5}{23}, \frac{8}{21}, \frac{8}{29}, \frac{8}{37}.$$

La lecture de ces rapports montre que, sauf pour les quatre premiers, les numérateurs changent de trois en trois rapports; que chacun de ces numérateurs se forme par l'addition de deux numérateurs pris dans les deux séries qui précèdent la sienne; que, dans chacune des séries de rapports à numérateur identique, le dénominateur de chacun des deux derniers rapports est formé par la somme des termes du rapport qui le précède.

SPIRE GÉNÉRATRICE.— Les feuilles sont parfois rassemblées en grand nombre, sur une tige, et tellement rapprochées les unes des autres, qu'elles semblent disposées sans ordre. Le cycle qui préside à leur distribution est alors très-difficile à déterminer. Dans ce cas, on observe d'ordinaire qu'elles sont ou paraissent groupées en spirales secondaires, s'élevant, les unes de gauche à droite, les autres de droite à gauche; les spirales d'un même côté, quel que soit le côté choisi, comprennent d'ailleurs toutes les feuilles de la tige. On obtient, de la manière suivante, l'expression du cycle générateur ou *Spire génératrice*, c'est-à-dire, de la ligne spirale qui passe par la base de toutes les feuilles. On compte, d'une part, les spirales dirigées vers la droite et, d'autre part, celles qui marchent vers la gauche; puis on prend le nombre le plus faible, pour numérateur du cycle cherché et on lui donne, pour dénominateur, la somme des deux groupes de spirales.

Ainsi, dans la pomme de Pin, que représente la fig. 124, on voit 8 spirales secondaires s'élever de gauche à droite, et 5 autres s'élever de droite à gauche.

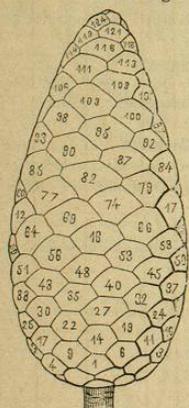


Fig. 124. — Cône de Pin, dont toutes les écailles apparentes sont numérotées, selon leur ordre d'insertion.

Comme les 8 premières spirales comprennent toutes les écailles constitutives de la pomme de Pin, chacune de ces spirales partielles ne comprend que la huitième partie de la spire totale. Si l'on inscrit le numéro 1 sur la plus inférieure des écailles de la spire la plus basse, on inscrira le n° 9 sur l'écaille suivante et les n° successifs, 17, 25, etc., sur les autres écailles de la même spire. D'autre part, les 5 spirales parallèles, qui s'élèvent de droite à gauche, comprenant aussi toutes les écailles, chacune de ces spirales ne comprend que la cinquième partie des écailles de la spire totale. Les écailles constitutives de chacune de ces spirales secondaires devront porter des numéros d'ordre en rapport avec cette manière d'être: celle des écailles de la spire inférieure, qui est juxtaposée à l'écaille n° 1, portera le n° 6 et les écailles voisines les n° successifs 11, 16, etc. Dans la seconde spire, dont le point de départ est l'écaille 9, les écailles juxtaposées dans la série porteront de même les n° 14, 19, 24, 29, etc. Pour le même motif, les écailles de la troisième spire, dont la plus inférieure est celle qui est numérotée 17, porteront les n° successifs 22, 27, 32, 37. Enfin, les écailles de la spire partant de la feuille n° 25, portent les numéros 30, 35, 40, 45, 50, etc. En prenant ainsi, pour point de départ, chacune des écailles déjà numérotées et en suivant la même règle, on arrive à donner, à chacune des écailles du cône, le numéro d'ordre qui lui convient. D'un autre côté, le même motif portera à donner: le n° 4 (9 - 5) à l'écaille voisine de 9 et appartenant à la spire: 9, 14, 19; le n° 12 à l'écaille voisine de 17 et appartenant à la spire: 17, 22, 27, etc. En suivant cet ordre d'inscription, pour les écailles inférieures à chacune des premières écailles de chaque spire, on arrive à compléter la succession des nombres, que le numérotage des écailles des spirales primitives n'avait pas réparties. Si l'on recherche alors quels sont les numéros de chacune des écailles qui se superposent exactement sur la pomme de Pin, on voit que ce sont les suivants: 1, 14, 27, 40, etc.

Le cycle foliaire comprend donc 13 feuilles et, comme l'on sait que, dans la série de rapports indiquant le nombre relatif des tours décrits par la spirale foliaire (ou la valeur du cycle), le nombre de feuilles 13 correspond au nombre de tours 5, le rapport exprimant la spire génératrice est 5/13. On voit ici que,

dans ce rapport, le numérateur est précisément celui qui indique le nombre le plus faible (5) des spirales dirigées d'un même côté, et que le dénominateur (13) est formé par le total du nombre (5) de spirales dirigées d'un côté et du nombre (8) de spirales dirigées du côté opposé.

Feuilles opposées et verticillées. — Nous avons dit que les feuilles opposées ou verticillées (fig. 125) ne se superposent pas, sur deux nœuds consécutifs, mais alternent entre elles. Il en résulte que ces feuilles se superposent de 2 en 2 nœuds et que le nombre des séries parallèles de feuilles, qui se superposent le long de la tige, est égal à celui des feuilles insérées sur 2 nœuds consécutifs. Les feuilles opposées-croisées ou décussées sont donc disposées selon 4 lignes parallèles et les feuilles verticillées par 3 sont disposées selon 6 lignes. Cette disposition peut être expliquée par l'hypothèse suivante:

Les feuilles opposées et verticillées appartiennent à autant de cycles distincts, qu'il y a de feuilles à chaque nœud et chaque cycle comprend autant de feuilles, qu'il y en a dans deux nœuds consécutifs (fig. 126; et v. fig. 110, 111).

Chez les plantes à feuilles décussées, il existerait donc 2 cycles parallèles, comprenant chacun 4 feuilles et décrivant 1 tour: le rapport serait 1/4. Chez les plantes à feuilles verticillées-ternées, il existerait 3 cycles parallèles, comprenant chacun 6 feuilles et décrivant 1 tour: le rapport serait donc 1/3. Il en serait de même chez les plantes à feuilles disposées en verticilles comprenant un plus grand nombre d'organes.

En ce qui concerne les feuilles décussées des Caryophyllées et des Rubiacées, cette opinion paraît justifiée par l'évolution non concomitante des feuilles opposées, chez les plantes de ces familles, ainsi que par les différences que présentent, dans l'ordre de leur apparition, les rameaux nés à l'aisselle de ces feuilles.

MODIFICATION DU CYCLE FOLIAIRE. — En thèse générale, les feuilles conservent le même cycle phyllotaxique, sur toute l'étendue d'un même axe. Quelquefois, cependant, l'angle de divergence compris entre deux feuilles voisines se modifie, à mesure que se produit l'élongation de l'axe, de telle sorte que



Fig. 125. — Rameau de *Galium Mollugo*, à feuilles verticillées par six. N. B. — Parmi ces 6 feuilles, 2 seulement sont des feuilles vraies; les autres sont des stipules.

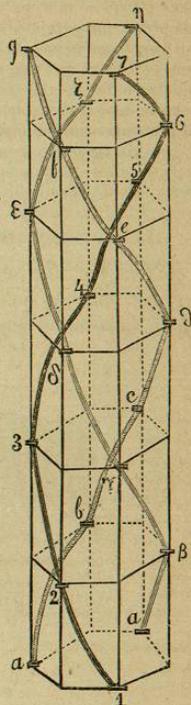


Fig. 126. — Schéma indiquant la marche de 3 cycles parallèles (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7; a, b, c, d, e, f, g; α, β, γ, δ, ε, ζ, η), qui président à la disposition des feuilles verticillées-ternées du Laurier-rose.

le cycle, d'abord exprimé par le rapport de 2/5, par exemple, devient successivement 3/8, 5/13, etc.

HOMODROMIE et HÉTÉRODROMIE. — Le plus habituellement, la spire foliaire des rameaux est dirigée en sens inverse de celle de la tige; on dit alors que le cycle raméal est *Hétérodrome* (ἕτερος, différent; δρόμος, course). Plus rarement, le cycle raméal conserve la direction du cycle de la tige; on le dit alors *Homodrome* (ὁμός, semblable; δρόμος, course). Cette considération d'homodromie et d'hétérodromie est très importante, pour déterminer, dans une dichotomie fautive, celle des deux divisions qui continue l'axe primitif, si, comme cela arrive souvent, le rameau a entraîné avec lui la feuille à l'aisselle de laquelle il est né. Dans ce cas, le cycle foliaire du rameau est hétérodrome, tandis que le cycle foliaire de l'axe réel est homodrome, pour si écourté que soit cet axe. De toutes façons, la feuille-mère du rameau peut être considérée comme le point de départ du cycle raméal, que celui-ci soit homodrome ou hétérodrome.

La *Gémination* des feuilles s'observe sur les rameaux sympodiques des *Atropa*, *Datura*, etc. Les causes de cette disposition, en apparence singulière, ne peuvent être bien comprises qu'après avoir fait l'étude de l'évolution des rameaux et nous renvoyons à l'article *Ramification*, pour les expliquer (v. p. 105).

Structure des feuilles

Si l'on fait une section transversale d'une feuille pourvue d'une nervure, on voit qu'elle est composée : 1° d'un épiderme ayant la même constitution que celui de la tige; 2° d'une, deux, rarement trois

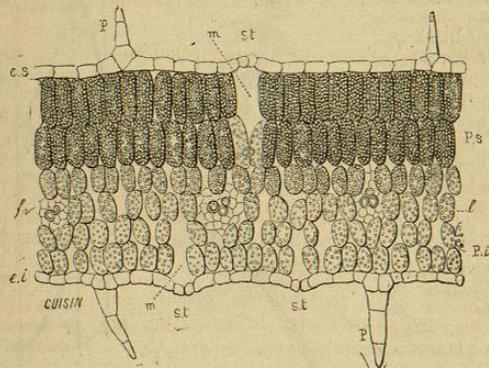


FIG. 127. — Coupe transversale d'une feuille de Melon.

rangées de cellules allongées perpendiculairement à l'épiderme (*cellules en palissade*); 3° d'un parenchyme à cellules irrégulières, dont le volume augmente au voisinage du faisceau fibre-vasculaire et qui s'allongent alors dans le sens de la nervure, en diminuant de calibre; 4° des fibres et des vaisseaux constitutifs de la nervure; 5° du parenchyme déjà décrit; 6° d'un épiderme¹. Ces divers éléments

¹ Une section transversale (fig. 127), passant par un point quelconque de la feuille, montrera les mêmes éléments, mais quelques-uns avec des formes et des dispositions un peu

peuvent être groupés en trois sections : *faisceaux*, *parenchyme*, *épiderme*.

Faisceaux. — Une feuille peut être considérée comme formée par un segment de tige, qui se serait rabattu en dehors. Cette hypothèse rappelle à l'esprit une constitution anatomique bien définie et permet d'y graver plus aisément la structure des faisceaux foliaires. On conçoit, en effet, que, la partie supérieure d'un faisceau correspondant à l'étui médullaire de la tige, cette partie soit composée surtout de trachées et de vaisseaux spiro-annulaires; que sa portion moyenne, répondant au bois proprement dit, soit formée de fibres et de fausses trachées; que sa portion inférieure étant l'analogue des couches corticales, on y trouve, comme chez ces dernières, des fibres et des lacifères. Il convient de dire, toutefois, que ces divers éléments sont moins développés, en général, dans les faisceaux foliaires que dans la tige; les vaisseaux y sont proportionnellement plus nombreux et les fibres beaucoup moins épaisses; enfin le centre et la portion inférieure du faisceau sont souvent occupés par des cellules allongées et à mince paroi, que l'on a regardées comme plus spécialement chargées de conduire les sucs et qu'on a nommées *cellules conductrices*.

Parenchyme. — Les cellules du parenchyme supérieur correspondant à la moelle, celles du parenchyme inférieur représentent la couche herbacée de l'écorce. Leur organisation est la même, d'ailleurs. A part celles qui s'appuient immédiatement à l'épiderme, toutes ces cellules sont irrégulières (v. p. 5, fig. 4), minces, ponctuées, gorgées de sucs et contiennent, en outre, de la chlorophylle, de l'amidon, du sucre, des cristaux, etc.

Le parenchyme est, d'ordinaire, creusé de méats parfois assez grands (fig. 127, l). Chez la plupart des plantes submergées, ces méats s'élargissent beaucoup et se transforment en lacunes (v. p. 6, fig. 7). Chez d'autres (fig. 128), le parenchyme est réduit

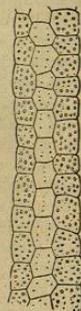


FIG. 128. — Coupe longitudinale d'une feuille de *Potamogeton natans*.

différentes, savoir : l'épiderme supérieur (e, s), supportant parfois des poils (P), et des stomates (st); le parenchyme sous-épidermique supérieur (Ps), à cellules grandes, remplies de chlorophylle; le parenchyme général (Pi) souvent creusé de lacunes intercellulaires (l) et traversé par les faisceaux fibre-vasculaires (fv) constitutifs des nervures; enfin l'épiderme inférieur (e, i) également pourvu de poils et traversé par des stomates (st). On remarquera dans une telle section : 1° que la chambre stomatique (m) est en rapport avec les lacunes ou méats du parenchyme; 2° que les faisceaux fibre-vasculaires sont formés de fibres (qu'il faudrait plutôt regarder comme des cellules conductrices) à parois délicates, et que les vaisseaux y sont un peu excentriques, ou mieux en occupent surtout la portion la plus rapprochée de la face supérieure de la feuille.

à un seul rang de cellules recouvertes en dessus et en dessous par l'épiderme; parfois même il disparaît, laissant les feuilles réduites à leurs seules nervures (*Trapa*).

L'épiderme ne diffère en rien de celui qui recouvre l'écorce de la tige. Il est, en général, plus lisse, plus résistant et pourvu de moins de stomates à la face supérieure des feuilles. La face inférieure des feuilles qui nagent à la surface de l'eau en est dépourvue, et le parenchyme y est protégé seulement par une mince cuticule. Enfin, chez les plantes velues, l'épiderme de la face inférieure offre d'habitude un plus grand nombre de poils.

On a signalé la présence de lenticelles sur les feuilles; mais ces petits organes y sont moins nombreux et moins développés, que sur les tiges.

Développement des feuilles. — A l'origine, les feuilles se présentent sous forme de petits mamelons exclusivement cellulaires, homogènes, d'autant plus développés qu'ils sont plus éloignés du centre de l'axe. Au fur et à mesure que chaque mamelon grandit, les cellules qui en occupent le milieu s'allongent, puis se différencient et se transforment en trachées courtes et en vaisseaux annelés. L'apparition du jeune faisceau s'effectue à la base du mamelon foliaire et c'est d'habitude, par ce point, que se produit l'accroissement de l'organe, qui s'allonge, en soulevant les parties existantes, comme s'il était poussé par un ressort caché dans l'intérieur de la tige. Ce mode de production a été appelé *basipète*, par Trécul. D'autres fois, au contraire, l'accroissement s'effectue par le sommet du mamelon, qui semble *suivre* sa base primitive, d'où le nom de *basifuge*, que Trécul a donné à ce mode. Lorsque la feuille doit présenter un certain nombre de divisions, celles-ci se montrent successivement de haut en bas, de sorte que la division impaire ou terminale apparaît la première, puis les mamelons latéraux supérieurs se forment au-dessous du lobe médian, sur la partie plus étroite (*pétiole commun*) qui le porte, et ainsi de suite, les plus jeunes naissant toujours en des points de plus en plus voisins de la base.

Trécul a encore signalé deux autres modes de production foliaire, modes qu'il appelle : *formation mixte* et *formation parallèle*.

Les diverses parties de la feuille apparaissent d'ordinaire de la manière suivante : la gaine se montre la première; le limbe se produit à son sommet et s'élargit peu à peu, par son extrémité supérieure, tandis que sa base cesse de croître en largeur, se différencie comme un point rétréci plus ou moins cylindrique et devient le pétiole. Quant aux stipules, elles paraissent résulter d'une expansion bilatérale de la gaine. Leur développement est souvent plus hâtif que celui du limbe foliaire, auquel elles servent de protection; ordinairement, elles cessent de croître de bonne heure et tombent ou persistent.

Les jeunes feuilles affectent, les unes par rapport aux autres, des positions variables dans le bourgeon, et leur limbe offre alors des modes divers d'enroulement ou de plissement. Ces divers états ont reçu le nom général de *Préfoliation*; ils seront étudiés en même temps que les bourgeons.

BOURGEONS

Les bourgeons sont de petits corps ovoïdes ou coniques, composés d'un axe et d'appendices et qui sont le rudiment d'un rameau ou

d'un prolongement de la tige. Ils sont *terminaux* ou *latéraux*. Si les bourgeons latéraux naissent à l'aisselle d'une feuille, on les dit *normaux* ou *axillaires*; s'ils se développent sur un point de l'axe autre que l'aisselle d'une feuille, on les dit *adventifs*. Ceux qui proviennent d'une racine ou d'une tige souterraine sont appelés *Turions*. Les bourgeons peuvent être *nus* ou *écaillés*.

L'enveloppe protectrice des bourgeons écaillés a reçu le nom de *Pérule*. La pérule est souvent, recouverte d'une matière gomme-résineuse, appelée *Blastocolle*, ou garnie d'un duvet abondant, qui mettent le bourgeon à l'abri du froid. Elle est formée, tantôt par des feuilles imparfaites : *bourgeons foliacés* (Lilas); tantôt par des pétioles devenus écaillés : *bourgeons pétiolacés*; tantôt par des stipules plus ou moins modifiées : *bourgeons stipulacés* (Hêtre); tantôt par des stipules et par la base des pétioles : *bourgeons fûlcracés* (Rosier).

La Blastocolle est produite par des poils diversiformes, portés par les écailles (*Esculus*), ou par les stipules (*Prunus*), ou par les jeunes feuilles (*Ribes*). Chez les Peupliers, elle est sécrétée par l'épiderme.

Selon la nature des formations qu'ils doivent fournir, les bourgeons sont dits : *foliifères* ou *bourgeons à bois* et *florifères* ou *bourgeons à fruits* (fig. 129). Quand un bourgeon doit produire un rameau portant des feuilles et des fleurs, on l'appelle *mixte* (Vigne).

En général, un seul bourgeon apparaît à l'aisselle d'une feuille; mais certains végétaux en portent plusieurs, tantôt superposés (Noyer), tantôt collatéraux (Vigne). Dans ce cas, le bourgeon le plus développé occupe d'ordinaire le milieu de l'aisselle, ou en est le plus voisin.

Les bourgeons collatéraux sont de deux sortes : un médian ou *primitif*, ordinairement plus développé; un, plus souvent deux *secondaires*, nés à l'aisselle des écailles inférieures du bourgeon primitif. La disposition phyllotaxique de ces bourgeons varie de l'un à l'autre : dans le bourgeon primitif, le cycle foliaire est hétérodrome, par rapport au cycle foliaire de l'axe qui porte ce bourgeon. Des deux bourgeons secondaires, le plus inférieur est hétérodrome par rapport à celui du bourgeon-mère et, par suite, homodrome par rapport au cycle foliaire de l'axe; le deuxième bourgeon est hétérodrome par rapport à l'axe et, par suite, son cycle foliaire est homodrome par rapport à celui du bourgeon-mère. L'étude attentive de ces bourgeons et de leurs cycles permet d'expliquer la nature des rameaux sympodiques de la Vigne. Dans les sympodes ordinaires, comme un seul bourgeon naît à l'aisselle de la feuille supérieure de l'axe primitif, l'hétérodromie du cycle foliaire du rameau usurpateur indique la nature réelle de ce nouvel axe. Dans la Vigne, où deux bourgeons au moins naissent à

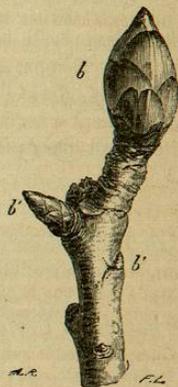


Fig. 129. — Extrémité d'un rameau de Poirier portant un bourgeon florifère (b) et plusieurs bourgeons foliifères (a, a').